

509,020
28 SEP 2004

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



РСТ



(43) Дата международной публикации:
2 октября 2003 (02.10.2003)

(10) Номер международной публикации:
WO 03/081965 A1

(51) Международная патентная классификация⁷:
H05H 1/54, 19/02, F03H 1/00

(21) Номер международной заявки: PCT/RU03/00084

(22) Дата международной подачи:
7 марта 2003 (07.03.2003)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:
2002107468 26 марта 2002 (26.03.2002) RU

(71) Заявители и

(72) Изобретатели: МИНАКОВ Валерий Иванович
[RU/RU]; 107076 Москва, Зборовски пер., д. 13, кв.
72 (RU) [MINAKOV, Valeriy Ivanovich, Moscow
(RU)].

(74) Агент: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ПАТЕНТНО-ПРАВО-
ВАЯ ФИРМА ВИС" , 121609 Москва, Осенни
бул., 11 609 отделения связи "ВИС" (RU) [OB-
SHESTVO S OGRANICHENNOY OTVETS-
TVENNOSTYU "PATENTNO-PRAVOVAYA FIR-
MA "VIS" , Moscow (RU)].

(81) Указанные государства (национально): AE, AG,
AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ,
EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-
тент (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент
(AT, BE, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), патент OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и дру-
гих сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям»,
публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюл-
летеня РСТ.

(54) Title: PLASMA ELECTRON-EMITTING SOURCE

(54) Название изобретения: ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Abstract: The invention relates to gas-discharge high-vacuum devices. Said invention makes it possible to increase the efficiency of electron beam extraction and the gas and energy efficiency. The inventive plasma electron-emitting source comprises internal and external polepieces embodied in the form of a body of rotation provided with central holes, a source of magnetomotive force arranged between said polepieces, an arc apertured hollow cathode and a gas supply unit which are arranged in a hermetically sealed body. Said source also comprises intermediate and main anodes embodied in the form of a body of rotation provided with central holes and arranged between coaxial output holes of the cathode and the body. The intermediate anode, the internal polepiece, a ring collector, the main anode and the external polepiece are arranged in series between the output holes of the cathode and the body. The main anode is made of low-magnetic material and is disposed in such a way that not less than 30 % of the magnetic flow formed in space between the polepieces passes through the hole thereof. The internal and external polepieces are electrically connected to the cathode.

[Продолжение на след. странице]

WO 03/081965 A1



(57) Реферат: Изобретение относится к области газоразрядных высоковакуумных устройств. Техническим результатом является повышение эффективности извлечения электронного пучка, а также газовой и энергетической эффективности. Плазменный источник электронов содержит выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями внутренний и внешний полюсные наконечники с расположенным между ними источником магнитодвижущей силы и размещенные в герметичном корпусе дуговой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа, а также установленные между соосными выходными отверстиями катода и корпуса соосно с ними выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями промежуточный и главный аноды. Между выходными отверстиями катода и корпуса последовательно установлены промежуточный анод, внутренний полюсный наконечник, кольцевой коллектор, главный анод и внешний полюсный наконечник. Главный анод выполнен из магнитослабого материала и расположен так, что через отверстие в нём протекает не менее 30% создаваемого в пространстве между полюсными наконечниками магнитного потока. Внутренний и внешний полюсные наконечники электрически соединены с катодом.

Плазменный источник электронов

Область использования.

Изобретение относится к области газоразрядных высоковакуумных ($P < 0,1$ Па) устройств и предназначено для работы в качестве катода мощных генераторных ламп (например, катод генератора СВЧ-колебаний), а также в составе источников ионных пучков, в частности, в составе таких космических электроракетных двигателей, как плазменно-ионный двигатель (ПИД) (катод – нейтрализатор ПИД).

Уровень техники.

Известен катодный блок, содержащий заключённые в герметичный корпус дуговой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа и промежуточный анод [1].

Дуговой разряд между таким катодом и каким-либо внешним анодом (при работе катода в составе ПИД внешним анодом является плазма ионного пучка) зажигается при прокачке через полость катода постоянного расхода рабочего тела (инертные газы, пары ртути, цезия). Высокий ресурс и низкий уровень энергозатрат предопределили использование данного устройства в качестве традиционного и практически единственного типа источника электронов для Холловского двигателя (СПД) и ПИД.

Вместе с тем, применение подобного катодного блока в составе Холловского двигателя (СПД) существенно ограничивает возможности повышения полного тягового КПД двигателя. Внутренняя противоречивость процессов генерации заряженных частиц в прикатодной области разряда приводит к неблагоприятному распределению потенциала в пространстве анод – катод, непроизводительному повышению уровня энергозатрат и к неоправданно большому расходу рабочего тела через полость катода. Указанные недостатки, обусловленные низкой эффектив-

ностью ионизации нейтральных атомов в столбе разряда при малых расходах и низкой температуре электронов, снижают конкурентоспособность Холловского двигателя (СПД), наиболее ярко проявляясь в перспективной области малых тяг ($F < 30 \text{ mN}$).

5 Аналогичные недостатки, хоть и в меньшей мере, присущи и катоду-нейтрализатору ПИД.

Низкий уровень энергозатрат в сочетании с возможностью получения стационарного электронного пучка со значительными токами ($I > 1 \text{ A}$) и высокими плотностями тока привлекают внимание к перспективам
10 использования дугового диафрагмированного полого катода в мощных генераторах электромагнитных колебаний различных типов.

Известен плазменный источник электронов (ПИЭЛ) на основе обращенного дуоплазматрона с дуговым полым катодом [2].

Такой источник содержит заключенные в герметичный корпус ду-
15 говой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа и установленные между выходными отверстиями катода и корпуса соосно с ними промежуточный и главный кольцевые аноды, а также внутренний и внешний кольцевые полюсные наконечники с расположенным между
ними источником магнитодвижущей силы. Конструктивно внешний полюсный наконечник совмещён с главным анодом, а внутренний полюс-
20 ный наконечник совмещён с промежуточным анодом. Таким образом, полюсные наконечники находятся под потенциалами совмещённых с ними анодов.

Разряд в данном источнике контрагирован отверстием в промежу-
25 точном аноде и сильным неоднородным магнитным полем в пространстве между анодами, где и достигается максимальная степень ионизации газа. Извлечение электронов из образовавшейся плазмы производится через отверстие в главном аноде с помощью системы внешних электро-

дов. Подобный ПИЭЛ позволяет получить стационарный электронный пучок со значительными токами ($I > 1\text{A}$) и высокими плотностями тока. Минимальный расход газа в рассматриваемом ПИЭЛ меньше расхода в традиционном катодном блоке, однако высокий уровень удельных энергозатрат (порядка 1кВт/А) и низкая эффективность извлечения электронного пучка исключают возможность его применения в качестве катода-компенсатора Холловского двигателя (СПД) и катода-нейтрализатора ПИД, а также ограничивают его применимость в генераторных лампах.

Сущность изобретения.

10 Задачей, на которую направлено изобретение, является повышение эффективности извлечения электронного пучка, а также газовой и энергетической эффективности.

Поставленная задача решается за счет того, что в плазменном источнике электронов, содержащем выполненные в виде тел вращения с
15 центральными отверстиями внутренний и внешний полюсные наконечники с расположенным между ними источником магнитодвижущей силы, а также размещенные в герметичном корпусе дуговой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа и выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями промежуточный и главный
20 аноды, между выходными отверстиями катода и корпуса соосно с ними последовательно установлены промежуточный анод, внутренний полюсный наконечник, главный анод и внешний полюсный наконечник. Главный анод выполнен из магнитослабого материала и расположен так, что
25 через отверстие в нём протекает не менее 30% создаваемого в пространстве между полюсными наконечниками магнитного потока. Внутренний и внешний полюсные наконечники электрически соединены с катодом и имеют потенциал, практически равный потенциалу катода. В общем случае плазменный источник снабжен кольцевым коллектором, соединен-

ным с дополнительным устройством подачи газа. В кольцевом коллекторе выполнены отверстия, обеспечивающие подачу газа в пространство между полюсными наконечниками за пределы зоны, находящейся между указанными полюсными наконечниками и ограниченной торцевыми поверхностями полюсных наконечников и внутренней поверхностью анода.

Перечень чертежей.

Изобретение поясняется чертежами, где на фигурах 1,2 представлены варианты выполнения ПИЭЛ.

10 Примеры реализации.

Предлагаемый ПИЭЛ, выполняющий функции катода газоразрядного устройства, содержит дуговой диафрагмированный полый катод (1) с устройством подачи газа (2), размещённый в герметичном корпусе (3) (фиг. 1) (26)(27) (фиг. 2) так, что оси выходных отверстий катода (4) и корпуса (5) совпадают. Между выходными отверстиями дугового полого катода (4) и корпуса (5) соосно с ними последовательно установлены кольцевые промежуточный анод (6), внутренний полюсный наконечник (7), кольцевой коллектор (8) с дополнительным устройством подачи газа (28), главный анод (9)(23) и внешний полюсный наконечник (10). (В специальных вариантах конструкции предлагаемого ПИЭЛ кольцевой коллектор с дополнительным устройством подачи газа могут отсутствовать.) Внутренний (7) и внешний (10) полюсные наконечники электрически соединены (накоротко или путём замыкания тока через плазму газового разряда) с катодом (1), находясь практически под одним потенциалом с последним. Главный анод (9) (фиг. 1) может быть выполнен в виде полого цилиндра, внутренний диаметр D_4 (12) и длина L_2 которого превышают минимальный диаметр D_3 отверстия (14) во внешнем полюсном наконечнике (10) в 1 – 1,6 раза. Другой вариант выполнения главно-

15

20

25

го анода (23) (фиг. 2) – в виде полого усечённого конуса, меньшее основание которого обращено к внутреннему полюсному наконечнику (7). В этом случае внутренний диаметр большего основания (24) D_6 и высота усеченного конуса H относятся к минимальному диаметру D_3 отверстия (14) во внешнем полюсном наконечнике (10) как $D_6 : D_3 = 1,3 \pm 0,3$, $H : D_3 = 1,3 \pm 0,3$, причём внутренний диаметр меньшего основания (25) D_7 относится к минимальному диаметру отверстия (16) во внутреннем полюсном наконечнике (7) D_2 как $D_7 : D_2 = 1,5 \pm 0,5$.

Во всех вариантах конструктивного исполнения главного анода магнитный поток, протекающий через полость главного анода без соприкосновения с его внутренней поверхностью, составляет не менее 30% от создаваемого в пространстве между полюсными наконечниками магнитного потока. Выполнение главного анода из магнитослабого материала позволяет практически сохранять необходимую конфигурацию распределения вектора магнитной индукции в пространстве между полюсными наконечниками вне зависимости от геометрических параметров главного анода.

Минимальные диаметры отверстий в катоде (1) d (4), промежуточном аноде (6) D_1 (15), внутреннем полюсном наконечнике (7) D_2 (16) и внешнем полюсном наконечнике (10) D_3 (14) относятся как $d : D_1 : D_2 : D_3 = 1 : 10k : 50k : 100k$, где $k = 1 \pm 0,5$; отношение величины зазора L_1 между полюсными наконечниками (7)(10) к минимальному диаметру D_3 отверстия (14) во внешнем полюсном наконечнике (10) равно $L_1 : D_3 = 1 \pm 0,4$. Зазоры между катодом (1) и промежуточным анодом (6), а также между промежуточным анодом (6) и внутренним полюсным наконечником (7) соизмеримы с минимальным диаметром отверстия D_1 (15) в промежуточном аноде (6).

Выходные отверстия (19) кольцевого коллектора (8) расположены внутри герметичного корпуса (3)(27) (фиг. 1,2), между внутренним (7) и внешним (10) полюсными наконечниками вне зоны интенсивной ионизации, находящейся между полюсными наконечниками (7)(10) и ограниченной обращёнными к указанной зоне поверхностями полюсных наконечников (7)(10) и главного анода (9)(23).

Непосредственно за срезом внешнего полюсного наконечника (10), примыкая к нему, может быть установлен экспандер (17), минимальный внутренний диаметр D_5 (18) которого превышает минимальный диаметр D_3 отверстия (14) во внешнем полюсном наконечнике (10) в 1 – 1,6 раза.

Источник магнитодвижущей силы может быть установлен за пределами герметичного корпуса (фиг. 2). В данном варианте конструкции внешние края полюсных наконечников (7)(10) выходят за пределы состоящего из двух частей (26)(27) герметичного корпуса, причём по крайней мере находящаяся между полюсными наконечниками (7)(10) часть (27) корпуса изготовлена из магнитослабого материала и, кроме того, выполняется условие герметичности стыков частей (26)(27) корпуса с полюсными наконечниками (7)(10). В случае выполнения источника магнитодвижущей силы в виде полого цилиндра из магнитотвёрдого материала, источник магнитодвижущей силы приобретает свойства герметизирующего элемента и может стать частью герметичного корпуса.

Аноды (6)(9)(23) электрически соединены с положительными полюсами соответствующих источников электропитания, отрицательные полюса которых соединены с катодом (1), причём промежуточный анод (6) подсоединяется к источнику питания через ограничительное (балластное) сопротивление или его эквивалент. Стартовый нагреватель (21) обеспечивает необходимую температуру дугового диафрагмированного полого катода (1) и вставки (20) из материала с низкой работой выхода в

момент зажигания разряда. Изолятор (22) (фиг. 2) позволяет поддерживать герметичный корпус (26)(27) и накоротко замкнутые на него элементы конструкции (в том числе и полюсные наконечники (7)(10)) под практически равным потенциалу катода (1) плавающим потенциалом, при котором сумма всех выпадающих на данные элементы токов равна нулю.

Подача газа в ПИЭЛ может осуществляться по одному, общему трубопроводу. Требуемое распределение расходов между катодом и коллектором в этом варианте обеспечивается жиклёром, устанавливаемым на входе в коллектор. Функции жиклёра может осуществлять запрессованный в трубку стержень, на внешней цилиндрической поверхности которого выполнена винтовая канавка. Газодинамическая проводимость такого жиклёра определяется геометрическими параметрами винтовой канавки.

Контрагирование разряда в предложенном устройстве происходит непосредственно на срезе отверстия(4) в катоде(1) при задании определенного расхода газа через полость катода(1). Эмиттированные из внутрикатодной плазмы электроны ускоряются в прикатодном скачке потенциала, образуя в результате контрагирования, до энергии порядка 20-30эВ, создавая группу "первичных" высокоэнергетичных электронов, и попадают в скрещенные электрическое и магнитное поля во внутреннем пространстве главного анода (9)(23) между полюсными наконечниками(7)(10). Возникающая в этом пространстве плазма отражательного разряда (электроны движутся в основном вдоль силовых линий магнитного поля между находящимися под катодным потенциалом полюсными наконечниками, "отражаясь" от них с одновременным дрейфом в азимутальном направлении), эффективно ионизует атомы газа. Потери на возбуждение относительно малы, так как высвобождающиеся при ионизации "вторичные" электроны обладают

ции “вторичные” электроны обладают средней энергией порядка 10-15эВ. Таким образом, в полости главного анода (9)(23) создаётся зона интенсивной ионизации, ограниченная пересечением поверхности вращения, образованной касающимися внутренней поверхности главного анода (9)(23) силовыми линиями магнитного поля с полюсными наконечниками (7)(10).

Требуемый уровень давления в этой зоне поддерживается путем подачи определенного соотношения расходов газа через полость катода(1) и через выходные отверстия(19) коллектора(8) дополнительной системы подачи. Уменьшение расхода газа через коллектор(8) вплоть до полного прекращения подачи газа в общем случае приводит к снижению эффективности извлечения электронов, уменьшению извлекаемого на внешний анод тока и ухудшению стабильности горения разряда. Тем не менее, в узкой области изменения соотношений геометрических параметров ПИЭЛ, величины магнитной индукции, расхода газа через полость катода и извлекаемого на внешний анод тока возможно существование разряда без подачи газа в коллектор и, следовательно, в специальном, частном случае возможен отказ от использования коллектора дополнительной системы подачи.

На оптимальных режимах распределение потенциала электрического поля в полости главного анода(9)(23) таково, что большая часть образовавшихся на периферии зоны интенсивной ионизации ионов ускоряется до энергий порядка 10 – 30эВ по направлению к оси разряда и к выходному отверстию(14) во внешнем полюсном наконечнике(10). За пределами ПИЭЛ они формируют пучок ионов - ионный “остов” столба разряда, создавая благоприятные условия для замыкания электронного тока на внешний анод, в то время как ток на главный анод(9)(23) ограничен магнитным полем. На этих режимах горения разряда ток на внешний

анод в 3-5 раз больше тока на главный анод(9)(23) при практически равных потенциалах указанных анодов. Мощность разряда, выделяемая в цепи промежуточного анода(6), не превышает 20% мощности, выделяемой в цепи главного анода(9)(23).

5 Поток ионов, движущийся из зоны интенсивной ионизации в сторону дугового полого катода(1), поддерживает необходимые величины концентрации заряженных частиц, прикатодного скачка потенциала и температуры катода на стационарном режиме работы. Повышенная проводимость плазмы в пространстве за срезом ПИЭЛ и вплоть до зоны кон-
10 такта с внешним анодом обусловлена более высокой температурой электронов по сравнению с температурой электронов плазмы, создаваемой в разряде с традиционным катодным блоком.

Предоставляемая предложенным техническим решением возможность управления величинами концентрации, энергии, интенсивностью и
15 направлением потоков заряженных частиц обоих знаков предопределяет эффективность целенаправленного использования большинства из них и, в конечном итоге, новые, более предпочтительные параметры газоразрядного устройства в целом.

Подобная организация процессов позволяет получить рациональ-
20 ное немонотонное распределение потенциала плазмы, повысить её проводимость благодаря увеличению температуры электронов во всём пространстве между полым катодом и анодом и, тем самым, существенно улучшить характеристики газоразрядного устройства.

Использование предложенного плазменного источника электронов
25 в качестве составной части (катода) генератора электромагнитных колебаний позволяет:

1) существенно снизить энергозатраты и, соответственно, тепло-
выделение в катодной области разряда;

2) получить высокие значения тока и плотности тока стационарного электронного пучка;

3) значительно увеличить эффективность извлечения электронного пучка и энергетическую эффективность;

5 4) повысить управляемость и устойчивость разряда при низком уровне давления ($P < 0,01$ Па) в пространстве распространения электронного пучка.

Применение предложенного плазменного источника электронов в качестве составной части (катода-нейтрализатора) ПИД позволяет:

10 1) повысить тяговый КПД двигателя в результате создания катодом-нейтрализатором дополнительной тяги при уменьшении потерь энергии и расхода газа;

2) повысить ресурс ускоряющего электрода ионно-оптической системы за счёт снижения разности потенциалов между ускоряющим электродом и плазмой пространства нейтрализации ионного пучка;

15 3) повысить управляемость и устойчивость разряда при низком уровне давления ($P < 0,01$ Па) в пространстве распространения ионно-электронных пучков, создаваемых электроракетным двигателем и плазменным источником электронов.

20 Использование предложенного плазменного источника электронов в качестве составной части (катода-компенсатора) Холловского двигателя (СПД) позволяет:

1) увеличить тягу и тяговый КПД двигателя за счёт сокращения непроизводительных потерь энергии в пространстве катод плазменного источника электронов - анод Холловского двигателя (СПД);

25 2) повысить тягу и тяговый КПД двигателя в результате создания плазменным источником электронов дополнительной тяги при уменьшении расхода газа;

3) эффективно управлять величиной плавающего потенциала катода-компенсатора и распределением потенциалов в пространстве взаимодействия пучков, создаваемых анодом Холловского двигателя (СПД) и плазменным источником электронов;

5 4) повысить управляемость и устойчивость разряда при низком уровне давления ($P < 0,01$ Па) в пространстве взаимодействия ионно-электронных пучков, создаваемых Холловским двигателем (СПД) и плазменным источником электронов;

10 5) повысить ресурс Холловского двигателя за счёт изменения местоположения и протяжённости зоны генерации и ускорения ионов.

Таким образом, с помощью предложенного плазменного источника электронов решена самосогласованная задача эффективной организации разряда требуемых параметров в различных газоразрядных устройствах при низком уровне расхода газа, малых энергозатратах и высоком КПД.
15 Решение задачи привело к возникновению таких новых свойств, как получение дополнительной тяги и повышение ресурса при работе в составе электроракетных двигателей, а также возможности эффективного управления величиной плавающего потенциала катода-компенсатора и распределением потенциала в пространстве взаимодействия ионно-
20 электронных пучков, создаваемых электроракетным двигателем и плазменным источником электронов.

Литература: 1. А. Т. Форрестер. Интенсивные ионные пучки. Москва. Мир. 1992. с. 191.

25 2. A.S.Roberts, Jr., James L. Cox, Jr. And Willard N. Bennett. Electron Beams from a Duoplasmatron using a Hollow Cathode Arc as Electron Source. J. Appl. Phys. V. 37, N8 (1966), p. 3231.

3. Ю.Е.Крейндель. Плазменные источники электронов. Москва. Атомиздат. 1977г. с.53,54.

Формула изобретения

1. Плазменный источник электронов, выполняющий функции катода газоразрядного устройства, содержащий выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями внутренний и внешний полюсные наконечники с расположенным между ними источником магнитодвижущей силы и размещенные в герметичном корпусе дуговой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа, а также установленные между соосными выходными отверстиями катода и корпуса выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями промежуточный и главный аноды, отличающийся тем, что между выходными отверстиями катода и корпуса соосно с ними последовательно установлены промежуточный анод, внутренний полюсный наконечник, главный анод и внешний полюсный наконечник, главный анод выполнен из магнитослабого материала и расположен так, что через отверстие в нём протекает не менее 30% создаваемого в пространстве между полюсными наконечниками магнитного потока, а внутренний и внешний полюсные наконечники электрически соединены с катодом.

2. Источник электронов по п.1, отличающийся тем, что он снабжен кольцевым коллектором, соединенным с дополнительным устройством подачи газа, в коллекторе выполнены отверстия, обеспечивающие подачу газа в пространство между полюсными наконечниками.

3. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что минимальные диаметры отверстий в катоде d , промежуточном аноде D_1 , внутреннем полюсном наконечнике D_2 и внешнем полюсном наконечнике D_3 связаны соотношением $d : D_1 : D_2 : D_3 = 1 : 10k : 50k : 100k$, где $k = 1 \pm 0,5$, а отношение величины зазора L_1 между полюсными наконечника-

ми к минимальному диаметру D_3 отверстия во внешнем полюсном наконечнике равно $L_1 : D_3 = 1 \pm 0,4$.

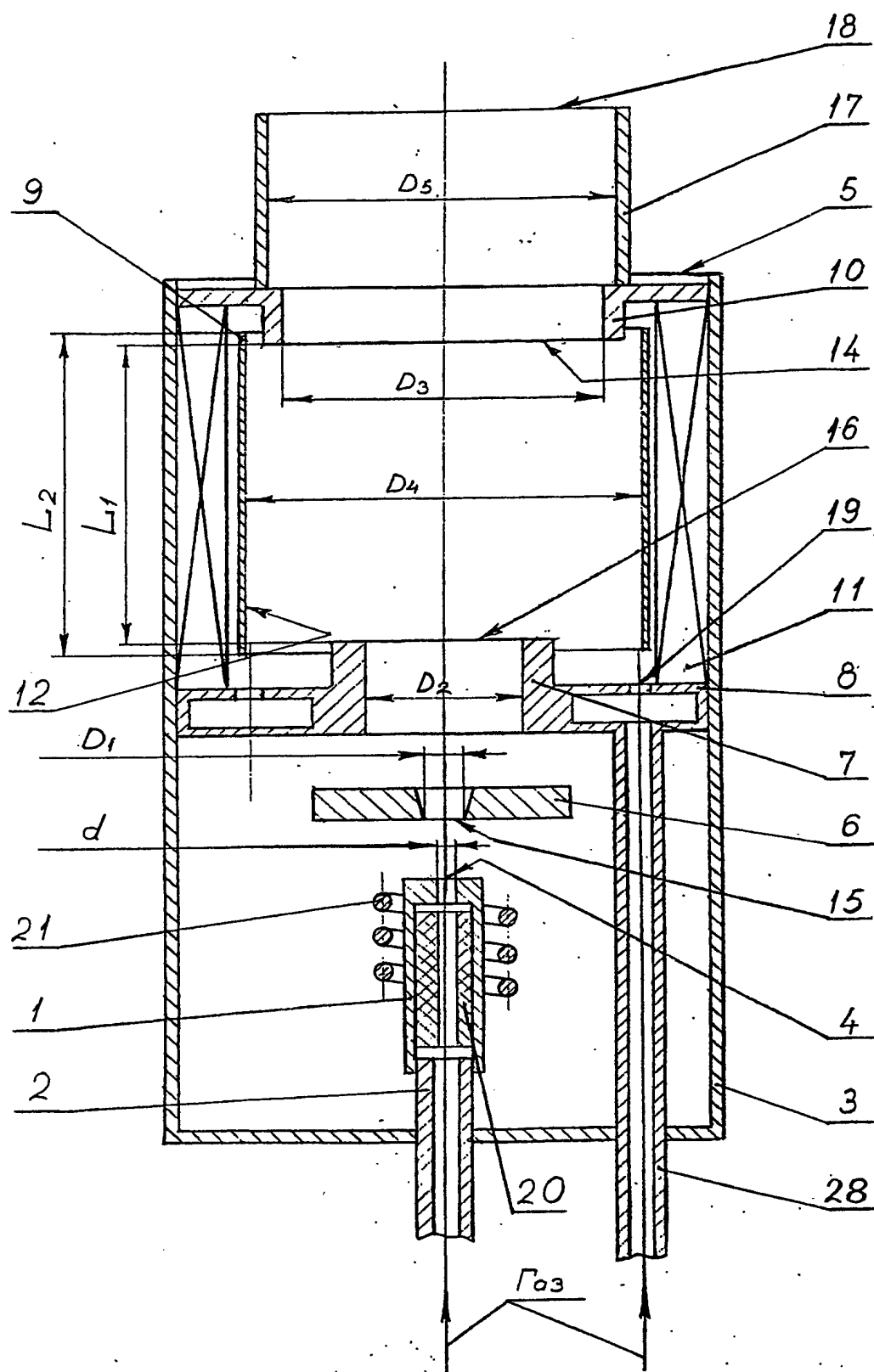
4. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что главный анод выполнен в виде полого цилиндра, внутренний диаметр D_4 и длина L_2 которого относятся к минимальному диаметру D_3 отверстия во внешнем полюсном наконечнике как $D_4 : D_3 = 1,3 \pm 0,3$, $L_2 : D_3 = 1,3 \pm 0,3$.

5. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что главный анод выполнен в виде полого усечённого конуса, меньшее основание которого обращено к внутреннему полюсному наконечнику, внутренний диаметр большего основания D_6 и высота H конуса относятся к минимальному диаметру D_3 отверстия во внешнем полюсном наконечнике как $D_6 : D_3 = 1,3 \pm 0,3$, $H : D_3 = 1,3 \pm 0,3$, внутренний диаметр меньшего основания D_7 относится к минимальному диаметру отверстия во внутреннем полюсном наконечнике D_2 как $D_7 : D_2 = 1,5 \pm 0,5$.

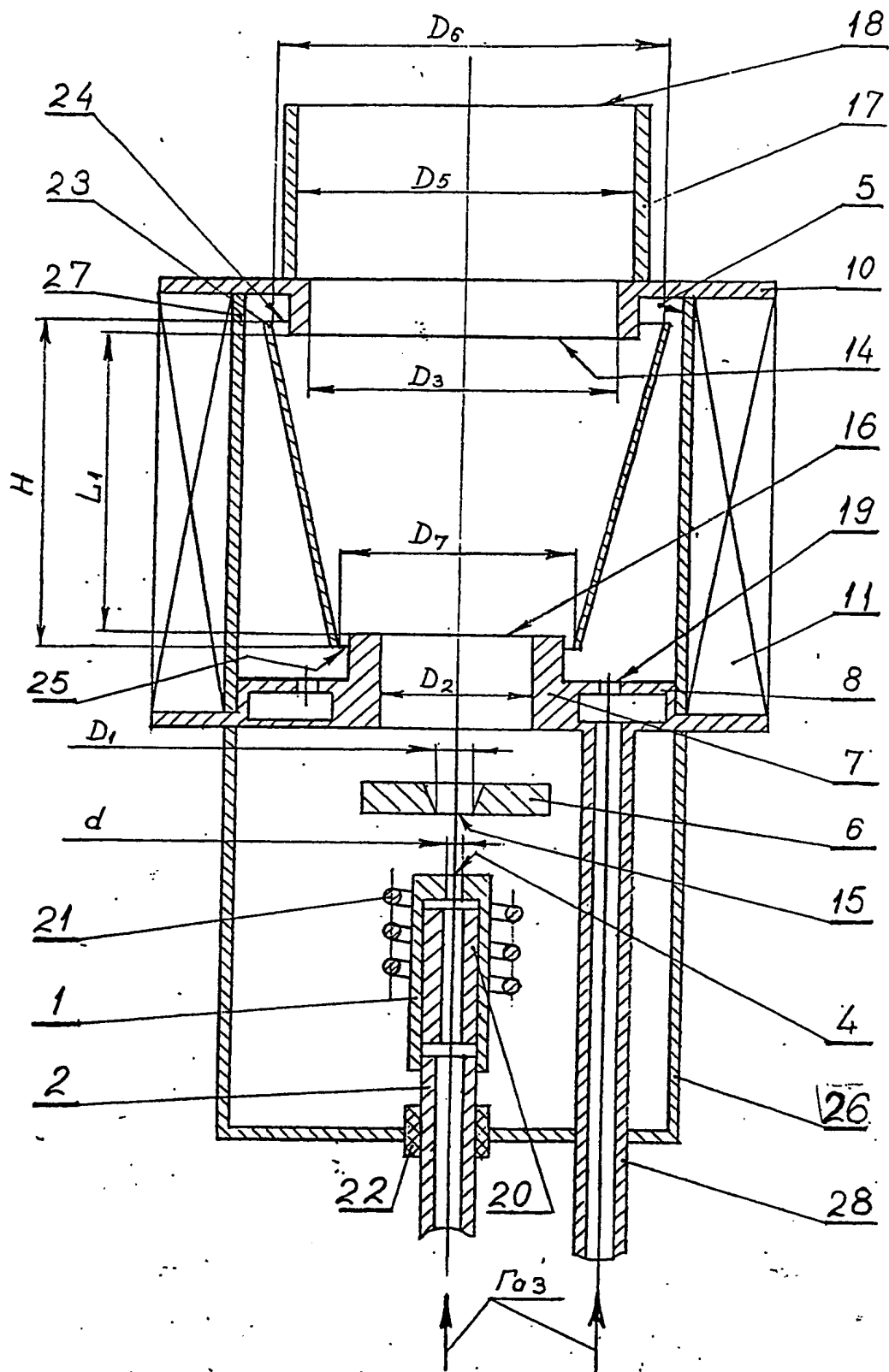
6. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что источник магнитодвижущей силы установлен за пределами герметичного корпуса, выполненного из магнитослабого материала.

7. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что источник магнитодвижущей силы выполнен из магнитотвёрдого материала в виде полого цилиндра и является составным элементом герметичного корпуса.

8. Источник электронов по п.п.1 или 2, отличающийся тем, что на внешней стороне внешнего полюсного наконечника установлен экпандер, минимальный внутренний диаметр D_5 которого превышает минимальный диаметр D_3 отверстия во внешнем полюсном наконечнике в 1 — 1,6 раза.



Фиг. 1



Фиг. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 03/00084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 7 H05H 1/54, 19/02, F03H 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 7

H01J 17/00, 17/02, 19/00, 19/02, H05H 1/00, 1/02, 1/04, 1/54, F03H 1/00, 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2084085 C1 (TSENTRALNIY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKIY INSTITUT MASHINOSTROENIYA) 1997.07.10	1-8
A	RU 2156555 C1 (GOSUDARSTVENNOE UNITARNOE PREDPRIYATIE "VSEROSSIYSKIY ELEKTROTEKHNICHESKIY INSTITUT IM. V.I. LENINA") 2000.09.20	1-8
A	RU 2163309 C2 MOSKOVSKIY GOSUDARSTVENNYI AVIATSIONNIY INSTITUT (TEKHNICHESKIY UNIVERSITET) 2001.02.20	1-8
A	US 4862032 A (HAROLD R. KAUFMAN et al.) Aug. 29, 1989	1-8
A	US 5763989 A (FRONT RANGE FAKEL, INC.) Jun. 9, 1998	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 July 2003 (08.07.03)

Date of mailing of the international search report

17 July 2003 (17.07.03)

Name and mailing address of the ISA/ RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 03/00084

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: H05H 1/54, 19/02, F03H 1/00

Согласно международной патентной классификации (МПК-7)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7:

H01J 17/00, 17/02, 19/00, 19/02, H05H 1/00, 1/02, 1/04, 1/54, F03H 1/00, 5/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2084085 C1 (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ) 1997.07.10	1-8
A	RU 2156555 C1 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ВСЕРОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.И. ЛЕНИНА") 2000.09.20	1-8
A	RU 2163309 C2 (МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ) 2001.02.20	1-8
A	US 4862032 A (HAROLD R. KAUFMAN et al.) Aug. 29, 1989	1-8
A	US 5763989 A (FRONT RANGE FAKEL, INC.) Jun. 9, 1998	1-8

последующие документы указаны в продолжении графы С.

данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:

A документ, определяющий общий уровень техники

E более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

O документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

P документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.

T более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень

Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

& документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска: 08 июля 2003 (08.07.2003)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 17 июля 2003 (17.07.2003)

Наименование и адрес Международного поискового органа
Федеральный институт промышленной собственности

Уполномоченное лицо:

Г. Тараканова

РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30,1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Телефон № 240-25-91

Форма PCT/ISA/210 (второй лист)(июль 1998)

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

ИСПРАВЛЕННЫЙ ВАРИАНТ

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:
02 октября 2003 (02.10.2003)

РСТ

(10) Номер международной публикации:
WO 2003/081965 A1

(51) Международная патентная классификация⁷:
H05H 1/54, F03H 1/00

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2003/000084

(22) Дата международной подачи:
07 марта 2003 (07.03.2003)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:
2002107468 26 марта 2002 (26.03.2002) RU

(71) Заявитель и

(72) Изобретатель: МИНАКОВ Валерий Иванович
[RU/RU]; 107076 Москва, 1 Зборовски пер., д. 13,
кв. 72 (RU) [MINAKOV, Valeriy Ivanovich,
Moscow (RU)].

(74) Агент: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТ-
СТВЕННОСТЬЮ ПАТЕНТНО-ПРАВОВАЯ
ФИРМА «ВИС»; 121609 Москва, отделение связи,
Осенний бульвар, д. 11 (RU) [OBSHESTVO S
OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTYU PA-
TENTNO-PRAVOVAYA FIRMA «VIS», Moscow
(RU)].

(81) Указанные государства (национально): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH,

CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-
тент (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), патент OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

(48) Дата публикации настоящего исправленного ва-
рианта: 29 апреля 2004

(15) Информация об исправлении:

См. Бюллетень РСТ № 18/2004 от 29 апреля 2004,
Раздел II

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и дру-
гих сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям»,
публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюл-
летеня РСТ.

(54) Title: PLASMA ELECTRON-EMITTING SOURCE

(54) Название изобретения: ПЛАЗМЕННЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ

(57) Abstract: The invention relates to gas-discharge high-vacuum devices. Said invention makes it possible to increase the efficiency of electron beam extraction and the gas and energy efficiency. The inventive plasma electron-emitting source comprises internal and external polepieces embodied in the form of a body of rotation provided with central holes, a source of magnetomotive force arranged between said polepieces, an arc apertured hollow cathode and a gas supply unit which are arranged in a hermetically sealed body. Said source also comprises intermediate and main anodes embodied in the form of a body of rotation provided with central holes and arranged between coaxial output holes of the cathode and the body. The intermediate anode, the internal polepiece, a ring collector, the main anode and the external polepiece are arranged in series between the output holes of the cathode and the body. The main anode is made of low-magnetic material and is disposed in such a way that not less than 30 % of the magnetic flow formed in space between the polepieces passes through the hole thereof. The internal and external polepieces are electrically connected to the cathode.

[Продолжение на след. странице]

WO 2003/081965 A1



(57) Реферат: Изобретение относится к области газоразрядных высоковакуумных устройств. Техническим результатом является повышение эффективности извлечения электронного пучка, а также газовой и энергетической эффективности. Плазменный источник электронов содержит выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями внутренний и внешний полюсные наконечники с расположенным между ними источником магнитодвижущей силы и размещенные в герметичном корпусе дуговой диафрагмированный полый катод с устройством подачи газа, а также установленные между соосными выходными отверстиями катода и корпуса соосно с ними выполненные в виде тел вращения с центральными отверстиями промежуточный и главный аноды. Между выходными отверстиями катода и корпуса последовательно установлены промежуточный анод, внутренний полюсный наконечник, кольцевой коллектор, главный анод и внешний полюсный наконечник. Главный анод выполнен из магнитослабого материала и расположен так, что через отверстие в нём протекает не менее 30% создаваемого в пространстве между полюсными наконечниками магнитного потока. Внутренний и внешний полюсные наконечники электрически соединены с катодом.